

18.04.00

JP00/02525

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

REC'D 05 MAY 2000	
WIPO	PCT

EJU

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

09/719938

出願年月日
Date of Application:

1999年 4月19日

出願番号
Application Number:

平成11年特許願第110962号

出願人
Applicant(s):

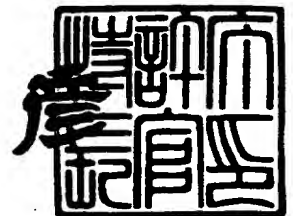
ソニー株式会社

PRIORITY
DOCUMENTSUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 3月 3日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤 隆彦



出証番号 出証特2000-3013503

【書類名】 特許願

【整理番号】 99001594

【提出日】 平成11年 4月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 7/30

【発明の名称】 画像符号化制御方法及び装置

【請求項の数】 16

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内

【氏名】 平中 大介

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代表者】 出井 伸之

【代理人】

【識別番号】 100101801

【氏名又は名称】 山田 英治

【電話番号】 03-5541-7577

【代理人】

【識別番号】 100093241

【氏名又は名称】 宮田 正昭

【電話番号】 03-5541-7577

【代理人】

【識別番号】 100086531

【氏名又は名称】 澤田 俊夫

【電話番号】 03-5541-7577

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 062721

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像符号化制御方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 フレーム間圧縮を用いた画像圧縮符号化を制御する方法において、画像の符号化難易度に応じてフレームレートを変更することを特徴とする画像符号化制御方法。

【請求項 2】 符号化画像が参照画像と全く同じであるときの符号を強制的に生成することでフレームレートを変更することを特徴とする請求項 1 に記載の画像符号化制御方法。

【請求項 3】 量子化スケールを用いて画像の符号化難易度を判定することを特徴とする請求項 1 に記載の画像符号化制御方法。

【請求項 4】 フレーム間圧縮を用いた画像圧縮符号化を制御する方法において、

量子化スケールを用いて画像の符号化難易度を判定するステップと、
難易度判定結果に従って、符号化画像が参照画像と全く同じであるときの符号を強制的に生成することでフレームレートを変更するステップと、
を含むことを特徴とする画像符号化制御方法。

【請求項 5】 順方向予測及び双方向予測フレーム間圧縮を用いた画像圧縮符号化を制御する方法において、参照画像の画質が保てない場合には、参照画像の画質に応じて双方向予測を利用するか否かを切り替えることを特徴とする画像符号化制御方法。

【請求項 6】 量子化スケールを用いて参照画像の画質を判定することを特徴とする請求項 5 に記載の画像符号化制御方法。

【請求項 7】 順方向予測及び双方向予測フレーム間圧縮を用いた画像圧縮符号化を制御する方法において、

画像の符号化難易度に応じてフレームレートを変更するステップと、
参照画像の画質が保てない場合には参照画像の画質に応じて双方向予測を利用するかどうかを切り替えるステップと、
を含むことを特徴とする画像符号化制御方法。

【請求項 8】 量子化スケールを用いて画像の符号化難易度及び参照画像の画質を判定することを特徴とする請求項 7 に記載の画像符号化制御方法。

【請求項 9】 指定されたビットレートに従った画像符号化を制御するものであり、画像の符号化難易度及び指定ビットレートに応じて順方向予測を行う周期 M とフレームレートとを変更することを特徴とする請求項 8 に記載の画像符号化制御方法。

【請求項 10】 フレームレートを上げる決定は下げる決定よりも長い周期で行うことを特徴とする請求項 9 に記載の画像符号化制御方法。

【請求項 11】 フレームレートを上げるときと下げるときとで符号化難易度の閾値が異なることを特徴とする請求項 9 に記載の画像符号化制御方法。

【請求項 12】 フレーム間圧縮を用いた画像圧縮符号化を制御する装置において、入力画像の符号化難易度を判定する判定手段と、判定結果に従ってフレームレートを変更する変更手段とを含むことを特徴とする画像符号化制御装置。

【請求項 13】 前記変更手段は、符号化画像が参照画像と全く同じであるときの符号を強制的に生成することでフレームレートを変更することを特徴とする請求項 12 に記載の画像符号化制御装置。

【請求項 14】 前記判定手段は、量子化スケールを用いて画像の符号化難易度を判定することを特徴とする請求項 12 に記載の画像符号化制御装置。

【請求項 15】 フレーム間圧縮を用いた画像圧縮符号化を制御する装置において、

量子化スケールを用いて画像の符号化難易度を判定する判定手段と、

難易度判定結果に従って、符号化画像が参照画像と全く同じであるときの符号を強制的に生成することでフレームレートを変更する変更手段と、
を含むことを特徴とする画像符号化制御装置。

【請求項 16】 順方向予測及び双方向予測フレーム間圧縮を用いた画像圧縮符号化を制御する装置において、

通常の符号化を行う動作状態と、

入力画像の符号化難易度に応じて双方向予測を利用する頻度及びフレームレートを変更した 1 以上の動作状態と、

を持つことを特徴とする画像圧縮符号化制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、静止画や動画などの画像データを圧縮・伸長するための画像符号化方式に係り、特に、圧縮後画像データを安価に蓄積し又は通信するための低ビットレートの画像圧縮を実現する画像符号化方式に関する。更に詳しくは、本発明は、業界標準となっている高ビットレートを前提とした画像圧縮規格を使用しながら、できる限り画質を保ちつつ低ビットレートを実現するための画像符号化方式に関する。

【0002】

【従来の技術】

情報処理、及び情報通信技術が高度に発達した現在、コンピュータ・データのみならず、画像や音声などの各種データも電子的に取扱われるようになってきた。

【0003】

このうち、静止画や動画などの原画像データは、一般に、冗長性が高く且つサイズが膨大であり、そのまま記憶装置に格納したりネットワーク上で伝送したりすると、記憶容量や通信負荷が過大となってしまう。このため、画像データを蓄積したり伝送する際には、画像データを一旦符号化圧縮して冗長性を取り除いてから蓄積しあるいは伝送するのが好ましいとされている。

【0004】

特に近年におけるネットワークやストレージ・メディアの大容量化に伴ない、画像圧縮技術に対する要望は益々高まってきている。すなわち、画像データ圧縮に関する標準技術は、JPEG (Joint Photographic Experts Group) から MPEG (Moving Photographic Experts Group) 1, MPEG 2へと展開して、これに伴ない、圧縮後のビットレートは大きくなってきている。

【0005】

JPEGは、ISO (International Organization for Standardization: 国際標準化機構) とITU-T (International Telecommunication Union-Telecommunication Sector: 国際電気通信連合電気通信標準化部門) の共同組織によって標準化が進められたカラー静止画符号化方式であり、DCT (Discrete Cosine Transform: 離散コサイン変換) を用いた画像符号化方式を利用するものである。

【0006】

また、MPEG1及びMPEG2は、ISO (国際標準化機構) とIEC (国際電気標準会議) が共同で作業するJTC1 (情報処理関連国際標準化技術委員会) によって標準化が進められたカラー動画像蓄積用符号化方式である。このうち、MPEG1は、周期的なフレーム内符号化を取り入れた動き補償予測/DCT方式を符号化アルゴリズムとし、1.5Mbps程度の転送速度を持つ。また、MPEG2は、MPEG1の上位バージョンであり、数Mbps～数十Mbpsという広範囲の転送速度を対象とする。

【0007】

MPEG1は、主にCD-ROMなどの蓄積メディアを適用対象とする。また、MPEG2は、放送やAV機器への応用を意識している。MPEG2は、MPEG1との互換性がある他、ITU-T (国際電気通信連合電気通信標準化部門) が標準化を進める高ビットレートの映像通信符号化方式”H.262”とはビデオ符号化のコア部分 (情報源符号化部) が共通する。

【0008】

画像圧縮技術の進展に伴ない、圧縮データのビットレートは大きくなってきている。しかしながら、圧縮後の画像を安価に蓄積したり通信するためには、依然として低ビットレートの方が有利である。圧縮画像の伸長を手軽に行うためには、上述したような標準的な画像圧縮規格に従うことが好ましいが、これらは本来的には高ビットレートを前提として規定されている。

【0009】

ここで、標準的な画像圧縮規格の1つであるMPEGについて、考察してみる

。MPEGの基本的な圧縮アルゴリズムは以下の通りである。すなわち、

【0010】

(1) MB (マクロ・ブロック) を符号化単位として時間的画面上に基づく情報圧縮を行う。

(2) MBをサブ・ブロックに細分化して、DCTによる空間的情報圧縮を行う。

(3) 動き補償フレーム間予測などを利用して可変長符号化を行う。

(4) DCT係数の量子化スケール制御により、全体の符号発生量の制御を行う。

【0011】

MPEGでは、連続する複数枚の画像を基に1つの画面を生成する。このため、GOP (Group of Picture) と呼ばれる画面のグループを単位として扱うことで、ランダム・アクセスを可能にしている。

【0012】

また、MPEGは、ある画素の信号値を別の時間の画素の信号値との差分で表す「予測符号化」を用いるが、特に、フレーム内で予測する「フレーム内予測」、この再生画面を基に予測する「フレーム間順方向予測」と、過去再生画面と未来再生画面の双方を用いて現在画面を予測する「フレーム間双方向予測」の組み合わせで実現される。このため、MPEGで扱う画像タイプは、イントラ符号化 (フレーム内予測) 画面のみからなるIピクチャ (Intra-Picture)、フレーム間順方向予測により生成されるPピクチャ (Predictive-Picture)、フレーム間双方向予測により生成されるBピクチャ (Bidirectionally predictive Picture) の3種類となる。但し、Pピクチャ及びBピクチャも、イントラ符号化部分を画面の一部に含んでいてもよい。

【0013】

IピクチャとPピクチャは、原画像と同じ順序で符号化される。これに対し、Bピクチャはこれとは異なる。すなわち、IピクチャとPピクチャを先に処理した後、間に挿入されるBピクチャを後で符号化する。但し、GOPの独立性を維

持しランダム・アクセスを行うためには、1つのGOP内には最低1枚のIピクチャが必要である。

【0014】

GOP内のピクチャ数(N)や、I又はPピクチャの出現する周期(M)に制限はないが、以下の2つの規則が定められている。すなわち、

【0015】

(1) ビット・ストリーム上で、GOPの最初はIピクチャであること(伝送メディア上の並び順序)。

(2) 原画面順で、GOPの最後はI又はPピクチャであること(原画面の並び順序)。

【0016】

BピクチャをIピクチャ及びPピクチャの間に挿入することにより予測効率が向上することが、当業界において知られている。また、IピクチャとPピクチャは、次の予測に利用する画面であるため、量子化スケールを細かくして画質を高く保つ必要があるが、Bピクチャでは量子化スケールを粗く処理しても平均的画質を維持することができる。

【0017】

ところで、上述したMPEGのような画像圧縮符号化規格においては、ビットレートを制御するためには、量子化スケールを変えるのが一般的である。例えば、低ビットレートにしたい場合には、符号化器に対して量子化スケールを大きくするように指示すればよい。

【0018】

しかしながら、規格上、量子化スケールの最大値が定められている。予測符号化すなわちフレーム間の差分をとることで情報圧縮を行うことを前提とする画像圧縮符号化規格では、例えば、シーン・チェンジ(場面切替)の多い画像やノイズ画像などにおいては、量子化スケールの最大値を用いても、発生符号量を目標とする低ビットレートに抑えられないこともある。無理に低ビットレートを達成しようとする、規格違反を冒すことになる。

【0019】

このため、量子化スケール以外で符号量を制御する手段が必要となる。符号発生を抑えるために、従来は、例えば以下のような方法が採用されていた。すなわち、

【0020】

(ステップ1) 符号化器でエミュレートしている復号化バッファ(MPEGではVbVバッファと呼ばれ、目標ビット量での符号量制御ができないとこれがアンダーフローして、符号が規格違反となる)がアンダーフローしそうになるまでは、特別な制御を行わず、通常通り動作する。

(ステップ2) あるフレームの符号化処理中に復号化バッファがアンダーフローしそうになったら、それ以降は、Pピクチャ又はBピクチャであれば全てのDCT係数及び動き補償ベクトルをゼロにすることで、スキップ・マクロ・ブロック化する。また、Iピクチャであれば、スキップが禁止されているので、代わりに、DCT係数のDC成分を一定値にし、その他のAC成分をゼロにする。

【0021】

上述の(ステップ2)を実行することによって、Pピクチャ及びBピクチャでは発生情報量をほぼゼロにし、また、Iピクチャでも大幅に情報量を削減することができる。この結果、目標とする低ビットレートを大きく逸脱することを回避できる。

【0022】

図3には、上記の処理手順を実現する画像符号化装置2(従来例)の模式的なブロック図を示している。同図に示すように、画像符号化装置2は、MPEG2ビデオ符号化器21と、v b vバッファ・シミュレータ24と、強制スキップ・コントローラ25とで構成される。以下、各部について説明する。

【0023】

MPEG2ビデオ符号化器21は、ビデオ信号を入力して、これを上述のMPEG2という画像圧縮規格に従って圧縮し、符号化圧縮後のデータをビット・ストリームの形式で出力する。但し、出力としてマクロ・ブロック(MB)毎の発生情報量であるMB発生ビットを持つ。

【0024】

また、符号化器 21 は、強制スキップ命令を入力として持っており、この入力端子に” 1 ” が入力されると、強制スキップを行う機能を持っている。ここで言う「強制スキップ」とは、B ピクチャ及び P ピクチャで、全てのマクロ・ブロックに対して DCT 係数を強制的に” 0 ” にすることでスキップ・マクロ・ブロックとし、発生情報量を 0 にすることを意味する。

【0025】

スキップ・マクロ・ブロックとなった部分の画像は、デコード時には参照画像がそのまま出力されるため、その部分の画像はフリーズ状態となる。但し、I ピクチャの場合は、規格上スキップ・マクロ・ブロックとすることが禁止されているので、強制スキップ時には、DC 係数を固定とし、AC 係数を全て” 0 ” にすることで発生情報量を最小限にする。この場合はデコード時に全くフラットな無地の画像となる。

【0026】

強制スキップ・コントローラ 25 は、ピクチャの強制スキップによりビットレートを制御するためのコントローラである。すなわち、MB 発生ビットの入力に応答して、ピクチャでの発生情報量の合計を計数して、ピクチャ発生ビットとして出力する。また、ピクチャで許容される最大発生情報量すなわち最大許容ピクチャ・ビットを入力として持つ。そして、計数したピクチャ発生ビットが最大許容ピクチャ・ビットを超えると、強制スキップ命令を 1 にして、符号化器 21 に対して強制スキップを指示する。

【0027】

v b v バッファ・シミュレータ 24 は、符号化バッファの演算を行う、所謂「VBV バッファ」であり、指定されたビットレートを入力として持つ。このシミュレータ 24 は、各ピクチャ毎にピクチャ発生ビットを取り込んで、ビットレートに基づいて最大許容ピクチャ・ビットを決定し、これを強制スキップ・コントローラ 25 に通知するようになっている。

【0028】

図 3 に示す画像符号化装置 2 によれば、量子化スケールの制御のみでは発生情報量を抑え切れない画像がきた場合、その期間だけ B ピクチャ及び P ピクチャの

画像がフリーズされ、また、Iピクチャはフラットな画像となる。

【0029】

図4には、Iピクチャまで強制スキップしてしまった場合の画像の様子を表している。picture 1では、Iピクチャは上部の一部を符号化した時点で最大許容ピクチャ・ビットを超えそうになったために、強制スキップが作動して、それ以降のグレー表示部分は全てフラットになっている。

【0030】

picture 2以降の各画像でも、画像の途中までは通常の符号化ができるものの、前のピクチャでも最大値ぎりぎりまでのビット発生を行っているために最大許容ピクチャ・ビットが既に小さくなっている。また、ピクチャすなわちフレーム間での差分をとることで情報量の圧縮を行おうとしても、参照画像がフラットになってしまっているため、圧縮がままならない。この結果として、強制スキップによる画像の破綻状態が続くことになる。

【0031】

このような量子化スケールによる情報発生量制御ができない状態が一時的なものであれば、いずれは通常の画質に戻るので、上述した従来技術でもあまり問題とはならないであろう。

【0032】

しかしながら、極端に低ビットレートでの符号化を行おうとする場合などは、量子化スケールでのレート制御が困難な状況が常態化してしまい、ほとんどの画像が図4に示したようなフリーズし、しかも画像の下部はフラットになってしまう状態が続くこととなる。この結果、原画を認識することすら難しくなるほど画質が劣化してしまう。

【0033】

最初から全てのBピクチャをスキップすることにして、上述したような事態を避けることもできる。しかしながら、フレームレートが常に落ちた状態となるため、フル・フレームレートで符号化可能な画像が入力されたときには画質を損することになる。

【0034】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、圧縮後画像データを安価に蓄積し又は通信するための低ビットレートの画像圧縮を実現する、優れた画像符号化方式を提供することにある。

【0035】

本発明の更なる目的は、業界標準となっている高ビットレートを前提とした画像圧縮規格を使用しながら、できる限り画質を保ちつつ低ビットレートを実現することができる、優れた画像符号化方式を提供することにある。

【0036】

【課題を解決するための手段及び作用】

本発明は、上記課題を参酌してなされたものであり、その第1の側面は、フレーム間圧縮を用いた画像圧縮符号化を制御する方法において、画像の符号化難易度に応じてフレームレートを変更することを特徴とする画像符号化制御方法である。

【0037】

フレームレートの変更は、符号化画像が参照画像と全く同じであるときの符号を強制的に生成することで実現される。

【0038】

また、画像の符号化難易度は、量子化スケールを用いて判定することができる。

【0039】

また、本発明の第2の側面は、フレーム間圧縮を用いた画像圧縮符号化を制御する方法において、

量子化スケールを用いて画像の符号化難易度を判定するステップと、

難易度判定結果に従って、符号化画像が参照画像と全く同じであるときの符号を強制的に生成することでフレームレートを変更するステップと、
を含むことを特徴とする画像符号化制御方法である。

【0040】

また、本発明の第3の側面は、順方向予測及び双方向予測フレーム間圧縮を用いた画像圧縮符号化を制御する方法において、参照画像の画質が保てない場合に

は、参照画像の画質に応じて双方向予測を利用するかどうかを切り替えることを特徴とする画像符号化制御方法である。これは、参照画像の画質が保てないときには、双方向予測フレームを使用するよりも順方向予測フレームのみを使用した方が圧縮効率がよい、という性質を利用したものである。

【0041】

参照画像の画質は、量子化スケールを用いて判定することができる。

【0042】

また、本発明の第4の側面は、順方向予測及び双方向予測フレーム間圧縮を用いた画像圧縮符号化を制御する方法において、

画像の符号化難易度に応じてフレームレートを変更するステップと、

参照画像の画質が保てない場合には参照画像の画質に応じて双方向予測を利用するかどうかを切り替えるステップと、

を含むことを特徴とする画像符号化制御方法である。

【0043】

画像の符号化難易度及び参照画像の画質は、量子化スケールを用いて判定することができる。

【0044】

また、指定されたビットレートに従った画像符号化を制御する場合には、画像の符号化難易度及び指定ビットレートに応じて順方向予測を行う周期Mとフレームレートとを変更するようにすればよい。

【0045】

また、フレームレートを上げる決定は下げる決定よりも長い周期で行ってもよい。また、フレームレートを上げるときと下げるときとで符号化難易度の閾値を異ならせてもよい。これらによって、適切なフレームレートに安定させることができる。

【0046】

また、本発明の第5の側面は、フレーム間圧縮を用いた画像圧縮符号化を制御する装置において、入力画像の符号化難易度を判定する判定手段と、判定結果に従ってフレームレートを変更する変更手段とを含むことを特徴とする画像符号化

制御装置である。

【0047】

ここで、変更手段は、符号化画像が参照画像と全く同じであるときの符号を強制的に生成することでフレームレートを変更するようにしてもよい。

【0048】

また、判定手段は、量子化スケールを用いて画像の符号化難易度を判定するようにしてもよい。

【0049】

また、本発明の第6の側面は、フレーム間圧縮を用いた画像圧縮符号化を制御する装置において、

量子化スケールを用いて画像の符号化難易度を判定する判定手段と、

難易度判定結果に従って、符号化画像が参照画像と全く同じであるときの符号を強制的に生成することでフレームレートを変更する変更手段と、
を含むことを特徴とする画像符号化制御装置である。

【0050】

また、本発明の第7の側面は、順方向予測及び双方向予測フレーム間圧縮を用いた画像圧縮符号化を制御する装置において、

通常の符号化を行う動作状態と、

入力画像の符号化難易度に応じて双方向予測を利用する頻度及びフレームレートを変更した1以上の動作状態と、
を持つことを特徴とする画像圧縮符号化制御装置である。

【0051】

図1には、本発明を実現した画像符号化装置の状態遷移図を示している。同図を参照しながら、本発明の作用について以下に説明する。但し、画像の符号化は M (周期) = 3、及び、 N (GOP内のピクチャ数) = 15で行われているとする。

【0052】

状態0は、画像符号化装置の初期状態であり、通常通りの符号化を行う。そして、符号化している間、常にフレーム毎の平均量子化スケールを求める。平均量

量子化スケールが定義されている最大値に達した場合には、同一の状態のままでは量子化スケールによるレート制御が不可能になったことを示す。

【0053】

量子化スケールによるレート制御が不可能と判断された場合には、他の状態1～状態4に遷移して符号化方式を変更する。各符号化方式を以下に示すが、状態の値が大きくなるに従って、画質は悪いが発生情報量を抑える効果は大きくなると理解されたい。

【0054】

状態1：M値を1にする。

状態2：M値を2にするとともに、Bピクチャの全てのマクロ・ブロックを強制的にスキップさせる。

状態3：M値を3にするとともに、Bピクチャの全てのマクロ・ブロックを強制的にスキップさせる。

状態4：Pピクチャ及びBピクチャの全てのマクロ・ブロックを強制的にスキップさせる。

【0055】

双方向予測を使用できるBピクチャによって効率の良い圧縮が行えるのは、その前後のPピクチャの画質がある程度保たれているときだけである。ビットレートが極端に低い場合には、Pピクチャの画質が悪いために、Bピクチャで効果的な圧縮を行うことができず、さらにPピクチャの画質が悪化する、という悪循環に陥る。このため、状態1では、 $M=1$ としてBピクチャを使用しない符号化を行う。 $M=1$ ではPピクチャ間が1フレームなので、Pピクチャだけで考えれば $M=3$ の場合よりも予測効率が高くなる。通常の符号化を行う状態0において、Bピクチャの平均量子化スケールが最大値に達したとき、Bピクチャの圧縮効率が下がったことを意味するので、状態1に遷移して、上記の符号化方法に切り替える。

【0056】

さらに、状態2、状態3、及び、状態4の各状態では、強制スキップされるピクチャ数を順次増やしていくことで、発生情報量を抑えようとするものである。

したがって、デコード画像ではフレームレートが落ちて見えることになる。

【0057】

状態1においてPピクチャの平均量子化スケールが最大値に達した場合、状態2に遷移する。同様に、平均量子化スケールが最大値になる度に、状態3、状態4へと遷移する。

【0058】

図5には、図1に示した状態遷移に従って、周期Mとフレームレートを制御した結果として得られる復号画像を例示している。但し、図5において、4角形内の表示は、復号時に出力される画像を示している。

【0059】

状態0では、通常の符号化が行われるので、デコード時にも入力画像と同じ画像が同じ順序で出力される。

【0060】

状態1では、周期M=1に設定されるので、Bピクチャを含まない。但し、強制スキップを行わないので、デコード時にも入力画像と同じ画像が同じ順序で出力される。

【0061】

状態2では、M=2に設定されるので、1フレームおきにIピクチャ又はPピクチャが出現する。また、Bピクチャは全てスキップ・マクロブロックで構成される。このため、2番目の出力画像として、参照画像である *picture 1* がそのまま出力される。同様に、4番目及び6番目の出力画像として、夫々の参照画像である *picture 3* 及び *picture 5* がそのまま出力される。このような強制スキップの結果、デコード画像のフレームレートが2分の1になったように見える。

【0062】

状態3では、M=3に設定されるので、2フレームおきにIピクチャ又はPピクチャが出現する。また、Bピクチャは全てスキップ・マクロブロックで構成される。このため、2番目及び3番目の出力画像として、参照画像である *picture 1* がそのまま出力される。同様に、5番目及び6番目の出力画像として、

参照画像である `picture 4` がそのまま出力される。このような強制スキップの結果、デコード画像のフレームレートが3分の1になったように見える。

【0063】

状態4では、Pピクチャ及びBピクチャは全てスキップ・マクロブロックで構成される。このため、2番目～7番目の出力画像として、参照画像である `picture 1` がそのまま出力される。このような強制スキップの結果、GOP内には1つの参照画像のみが含まれることになり、デコード画像のフレームレートが(N値)分の1になったように見える。

【0064】

本発明のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本発明の実施例や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。

【0065】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら本発明の実施例を詳解する。

【0066】

図2には、本発明の実施に供される画像符号化装置1のハードウェア構成を模式的に示している。同図に示すように、画像符号化装置1は、MPEG2ビデオ符号化器11と、ビットレート・コントローラ12と、状態マネージャ13と、v b vバッファ・シミュレータ14と、強制スキップ・コントローラ15と、ORゲート16とで構成される。以下、各部について説明する。

【0067】

MPEG2ビデオ符号化器11は、ビデオ入力に対して符号化圧縮を行い、ビット・ストリームとして出力する、一般的なMPEG2ビデオ符号化器である。本実施例のMPEG2ビデオ符号化器11は、GOP毎にIピクチャ及びPピクチャの出現する周期を設定するためのMと、マクロ・ブロック単位で量子化スケールを指示するqスケールと、強制スキップを指示するための強制スキップ命令を入力に持つ。また、マクロ・ブロック毎の発生情報量を示すmb生成ビットを出力に持っている。

【0068】

ビットレート・コントローラ 12 は、設定されたビットレートに基づいて、ピクチャ毎に目標ビット量を決定する。すなわち、MPEG 2 ビデオ符号化器 11 からマクロ・ブロック毎の発生情報量 mb 生成ビットを入力して、これに応じた目標ビット量になるように、量子化スケール (q スケール) を MPEG 2 ビデオ符号化器 11 に出力して、量子化スケールを調整する。

【0069】

本実施例では、量子化制御のアルゴリズムとして Test Model 5 (TM5) が使用されているものとする。また、ビットレート・コントローラ 12 は、ピクチャ毎に平均量子化スケールと、ピクチャでの発生ビット量が目標ビット量を上回ったことを示すフラグである is 否定ビット・フローを出力する。

【0070】

状態マネージャ 13 は、画像符号化装置 1 における動作状態 (強制スキップ状態) を制御するためのものである。より具体的には、平均 q スケールと is 否定ビット・フロー・フラグの入力に応答して、強制スキップ状態の変更を決定する。そして、強制スキップ状態の値に応じて、ピクチャ毎に周期 M と強制スキップ命令フラグの出力を変更する。

【0071】

$v b v$ バッファ・シミュレータ 14 は、図 3 で示した $v b v$ バッファ・シミュレータ 24 と略同一の構成を持つ。すなわち、指定されたビットレートを入力として持ち、各ピクチャ毎にピクチャ発生ビットを取り込んで、ビットレートに基づいて最大許容ピクチャ・ビットを決定して、これを強制スキップ・コントローラ 15 に通知する。

【0072】

強制スキップ・コントローラ 15 は、ピクチャの強制スキップによりビットレートを制御するためのコントローラである。強制スキップ・コントローラ 15 は、ピクチャでの発生情報量の合計を計数してピクチャ生成ビットとして出力するとともに、ピクチャで許容される最大発生情報量すなわち最大許容ピクチャ・ビットを入力として持つ。そして、計数したピクチャ生成ビットが最大許容ピクチャ・ビットを超えると、強制スキップ命令を付勢して、MPEG 2 ビデオ符号化

器 11 に対して、B ピクチャ又は P ピクチャの強制スキップを指示する。

【0073】

強制スキップ・コントローラ 15 が出力する強制スキップ命令は、先述の状態マネージャ 13 が出力する強制スキップ命令との論理和が OR ゲート 16 でとられた上で、MPEG2 ビデオ符号化器 11 に供給される。

【0074】

次に、図 1 に示す状態遷移図を参照しながら、画像符号化装置 1 の動作特性について説明する。

【0075】

状態 0 は、画像符号化装置 1 の初期状態であり、通常の符号化処理を実行する。但し、短期的な画像の変化によるフレームレートの不安定を避けるために、強制スキップ状態の値を大きくする方向での見直しをピクチャ毎に行い、また、小さくする方向での見直しを GOP 毎に行う。

【0076】

(状態 0)

状態 0 では、周期 M は状態マネージャ 13 に入力される m 値に等しく、また、強制スキップ命令は常に 0 すなわち減勢状態である。状態 0 において、B ピクチャの平均 q スケールが q スケールの最大値に達した場合（但し、m 値が 2 又は 3）、状態 1 に遷移する。

また、P ピクチャの平均 q スケールが q スケールの最大値に達した場合（但し、m 値が 1）、状態 4 に遷移する。

【0077】

(状態 1)

状態 1 では、周期 M は 1 に設定され、強制スキップ命令は常に 0 すなわち減勢状態である。

状態 1 において、P ピクチャの平均 q スケールが $5 \times N$ 未満、又は、I ピクチャの平均 q スケールが N 未満になったら、状態 0 に遷移する。

また、I ピクチャ又は P ピクチャの平均 q スケールが q スケールの最大値に達し、且つ、is 否定ビット・フロー・フラグがセットされたとき（但し、m = 2

、3)、状態2に遷移する。

【0078】

(状態2)

状態2では、周期Mは2に設定され、Bピクチャの強制スキップ命令が1すなわち付勢される。

状態2において、Pピクチャの平均qスケールが $5 \times N$ 未満になるか、又は、Iピクチャの平均qスケールがN未満になったら、状態1に遷移する。

また、Iピクチャ又はPピクチャの平均qスケールがqスケールの最大値に達し、且つ、is否定ビット・フロー・フラグが設定されているとき（但し、 $m=3$ ）、状態3に遷移する。

また、Iピクチャ又はPピクチャの平均qスケールがqスケールの最大値に達し、且つ、is否定ビット・フロー・フラグが設定されているとき（但し、 $m=2$ ）、状態4に遷移する。

【0079】

(状態3)

状態3では、周期Mは3に設定され、Bピクチャの強制スキップ命令が1すなわち付勢される。

状態3において、Pピクチャの平均qスケールが $5 \times N$ 未満、又は、Iピクチャの平均qスケールがN未満になったら、状態2に遷移する。

また、Iピクチャ又はPピクチャの平均qスケールがqスケールの最大値に達し、且つ、is否定ビット・フロー・フラグが設定されたとき、状態4に遷移する。

【0080】

(状態4)

状態4では、周期Mは、状態マネージャ13に入力されたm値に設定され、Pピクチャ及びBピクチャの強制スキップ命令が1すなわち付勢される。

状態4において、Iピクチャの平均qスケールがN未満になったら（但し、 $m=1$ ）、状態0に遷移する。

また、Iピクチャの平均qスケールがN未満になったら（但し、 $m=2$ ）、状

態 2 に遷移する。

また、I ピクチャの平均 q スケールが N 未満になったら（但し、 $m=3$ ）、状態 3 に遷移する。

【0081】

次いで、画像符号化装置 1 の動作フローについて説明する。例えば、 m 値が 3 に設定されたとする。初期状態では、強制スキップ状態は状態 0 なので、強制スキップ命令も 0 すなわち減勢され、周期 M は 3 となる。また、指定されたビットレートは、1 Mbps とする。ちなみに、一般的な画像の場合、NTSC (National Television System Committee) のフルサイズ (720×480 画素) の発生情報量を量子化スケールのみによってこのビットレートに抑え込むことは困難である。

【0082】

ビデオ入力画像が MPEG 2 ビデオ符号化器 11 に入力され、符号化がスタートすると、ビットレート・コントローラ 12 は、 q スケールの初期値を設定する。

【0083】

1 マクロ・ブロック分の符号化が終了すると、MPEG 2 ビデオ符号化器 11 から mb 生成ビットが返ってくる。この場合、 mb 生成ビットはピクチャでの目標ビット量に対して大きなものとなるので、ビットレート・コントローラ 12 は、 q スケールを次第に大きくしていく。

【0084】

1 ピクチャ分の符号化が終了すると、ビットレート・コントローラ 12 は、平均 q スケールと is 否定ビット・フロー・フラグを出力する。これに応答して、状態マネージャ 13 は、周期 M と強制スキップ命令を変更する。

【0085】

B ピクチャの平均 q スケールが q スケールの最大値に達すると、強制スキップ状態が状態 1 に遷移して、周期 M が 1 に変更される。

【0086】

周期 M の変更によって、I ピクチャ及び P ピクチャの q スケールを低減する効

果があるが、それでも不十分な場合には、さらにPピクチャの平均qスケールも最大値に達してしまう。これに応答して、強制スキップ状態は状態2、状態3、状態4へと順次遷移して、フレームレートを下げる。

【0087】

発生情報量が目標から逸脱した程度によっては、強制スキップ状態を遷移しても、即座にqスケールは下がらない。したがって、平均qスケールのみで強制スキップ状態を決定すると、フレームレートを下げすぎてしまうこともある。このため、強制スキップ状態の決定には、is否定ビット・フロー・フラグも参酌される。フレームレートが下がって1フレームあたりの割り当てビット量が増えれば、平均qスケールが最大値に達したままだとしても、発生ビット量は割り当ての中に収まるはずである。そうなれば強制スキップ状態を高いレベルに上げずに済む。

【0088】

強制スキップ状態の上昇が一段落すると、各ピクチャは目標ビット量での符号化が可能になり、平均qスケールは下がり始める。平均qスケールがNで決まる閾値を下回ると、強制スキップ状態は逐次下位のレベルに遷移する。但し、この操作はGOP単位で行われる。何故ならば、ピクチャ単位で行うと短期的な画像の変化での強制スキップ状態の変動が激しくなり、処理負荷が増大するからである。

【0089】

Bピクチャ及びPピクチャを全てスキップ・マクロ・ブロックにしてもqスケールのみでレート制御できないようなビットレートを設定した場合には、図3で示した従来例と同様に、強制スキップコントローラ15の出力によって、強制スキップ命令が1すなわち付勢される。

【0090】

[追補]

以上、特定の実施例を参照しながら、本発明について詳解してきた。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施例の修正や代用を成し得ることは自明である。すなわち、例示という形態で本発明を開示してきたのであ

り、限定的に解釈されるべきではない。本発明の要旨を判断するためには、冒頭に記載した特許請求の範囲の欄を参酌すべきである。

【0091】

【発明の効果】

以上詳記したように、本発明によれば、圧縮後画像データを安価に蓄積し又は通信するための低ビットレートの画像圧縮を実現した、優れた画像符号化方式を提供することができる。

【0092】

また、本発明によれば、業界標準となっている高ビットレートを前提とした画像圧縮規格を使用しながら、できる限り画質を保ちつつ低ビットレートを実現した、優れた画像符号化方式を提供することができる。

【0093】

目標ビットレートが小さく、量子化スケールを最大値にしても発生情報を抑制できない場合、従来の符号化器では画質的に完全に破綻してしまい、最悪の場合、画像内容の確認すら困難であった。これに対し、本発明によれば、以下の2点を遵守することで最大限の画質を保つことができ、この結果、従来よりも高画質で低ビットレートでの符号化を行うことができる。

(1) 効率が悪い場合は、Bピクチャを使用しない。

(2) ビットレートと画像の符号化難易度に応じて適切なフレームレートでの符号化を行う。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施例に係るビデオ符号化装置1の状態遷移図である。

【図2】

本発明の実施例に係る画像符号化装置1のハードウェア構成を模式的に示した図である。

【図3】

従来の画像符号化装置2のハードウェア構成を模式的に示した図である。

【図4】

強制スキップされたマクロ・ブロックのみで符号発生量を抑えた場合に復号画像の例（従来例）を示した図である。

【図 5】

強制スキップ状態の各値に該当する復号画像の例を示した図である。

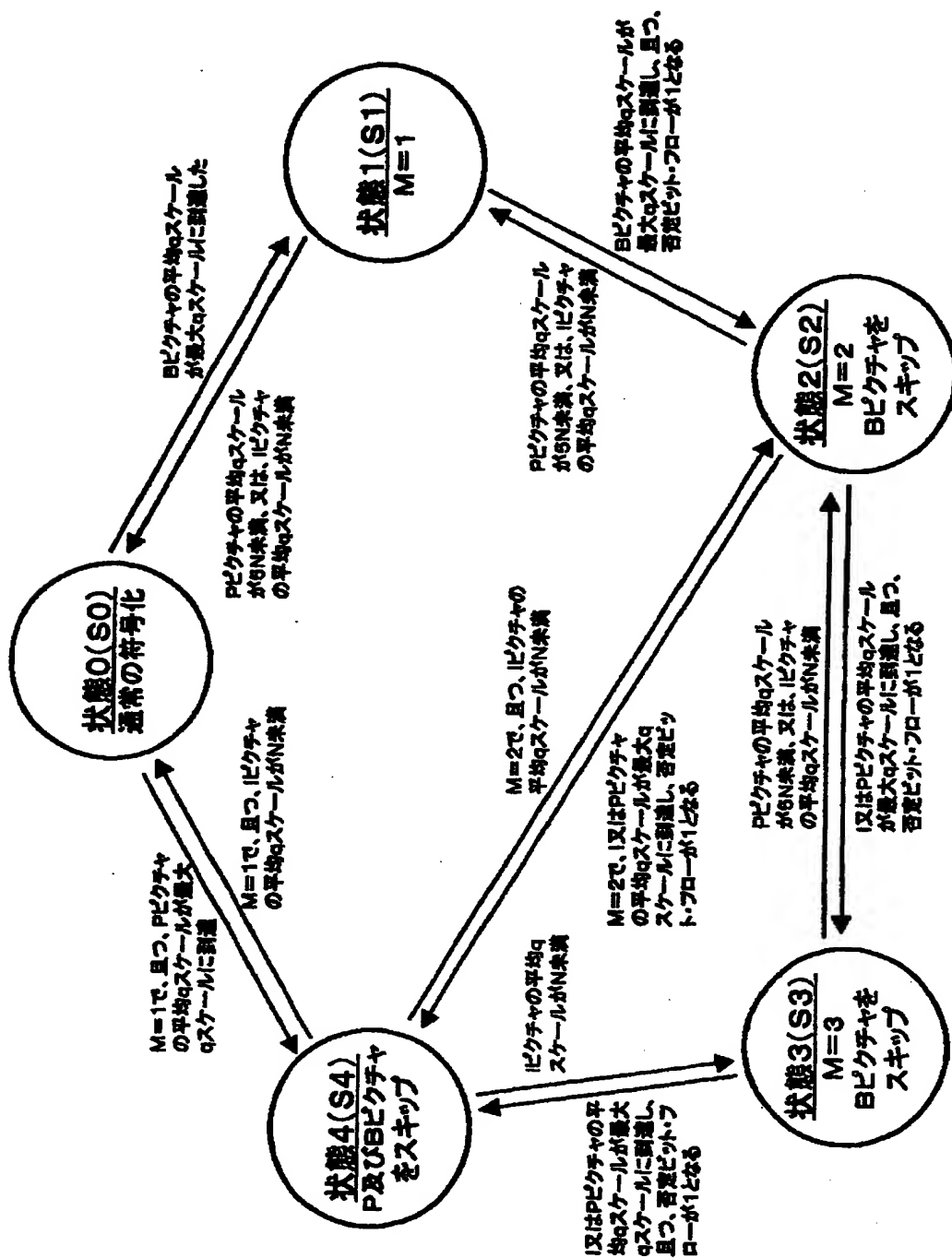
【符号の説明】

- 1, 2 … 画像符号化装置、11, 21 … M P E G 2 ビデオ符号化器
- 12 … ビットレート・コントローラ、13 … 状態マネージャ、
- 14, 24 … v b v バッファ・シミュレータ、
- 15, 25 … 強制スキップ・コントローラ、26 … O R ゲート。

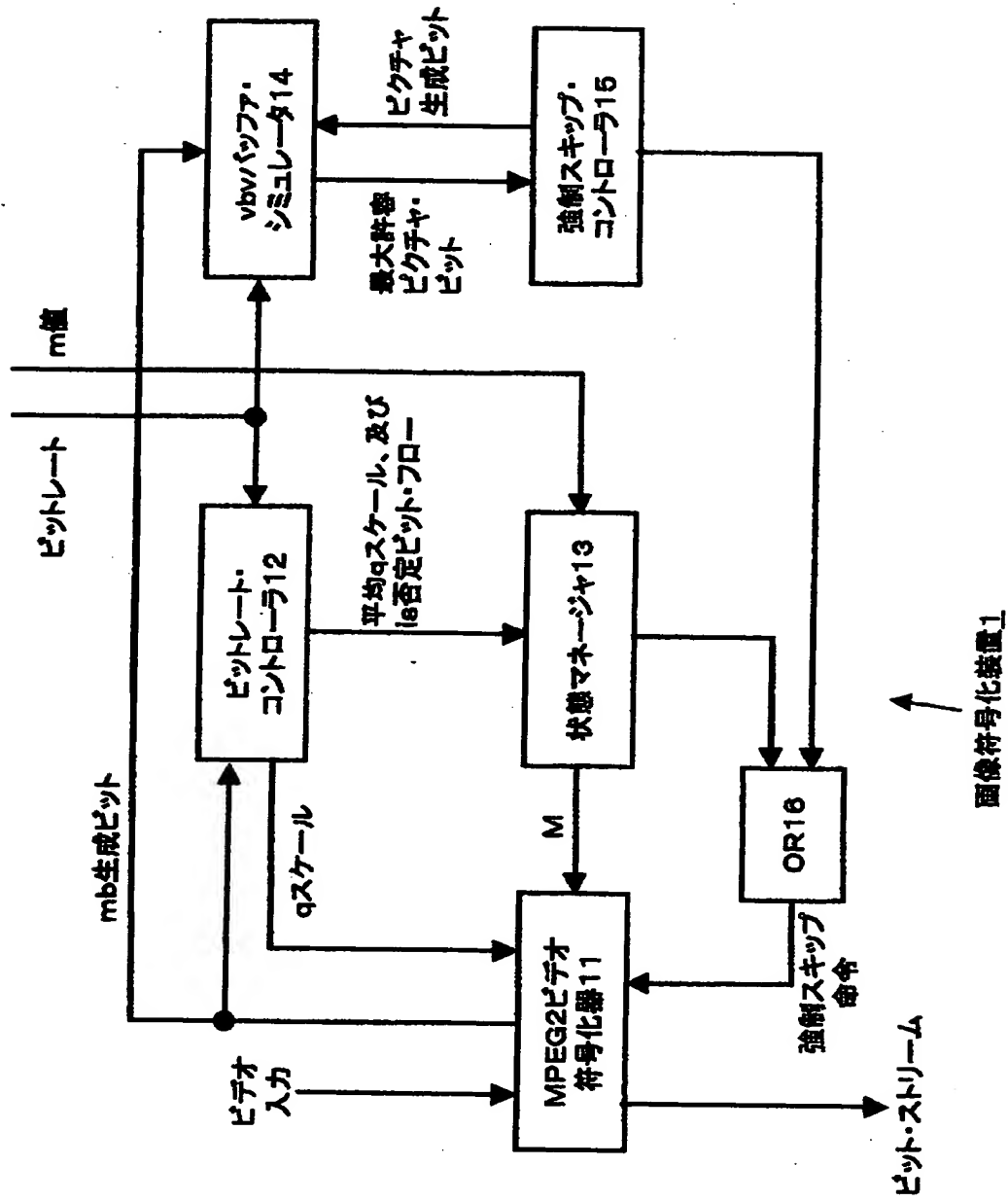
【書類名】

図面

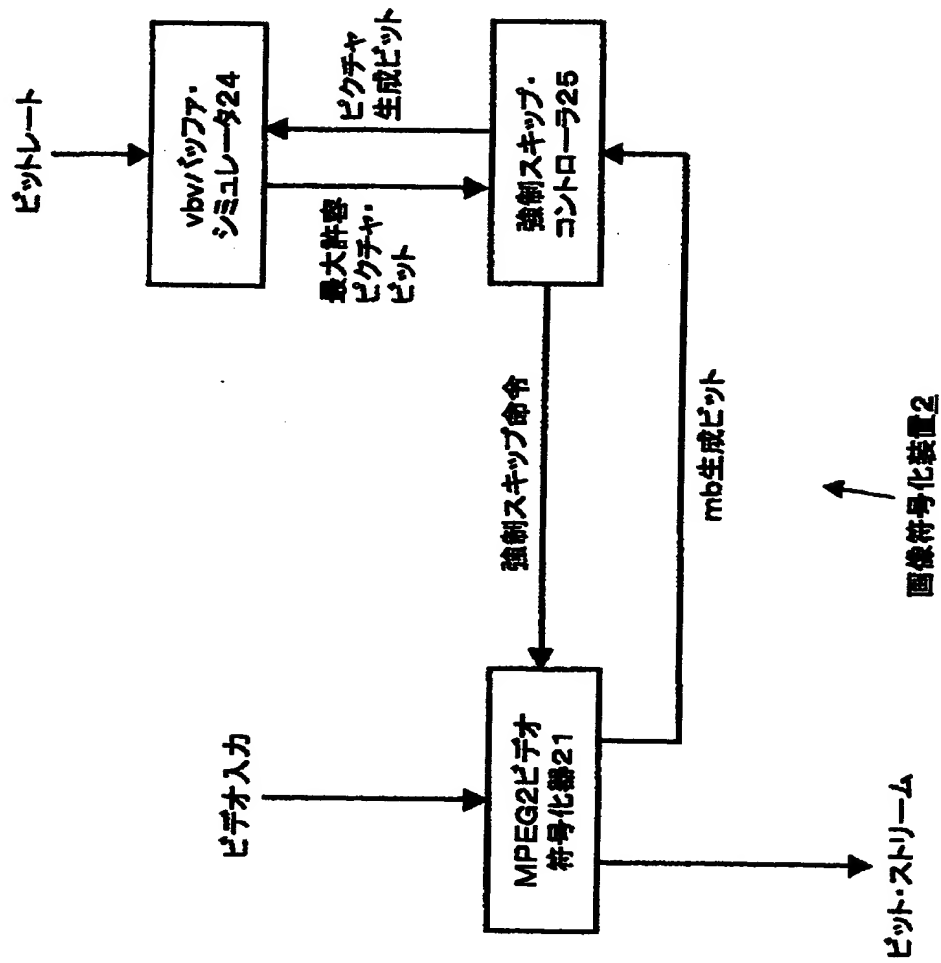
【図 1】



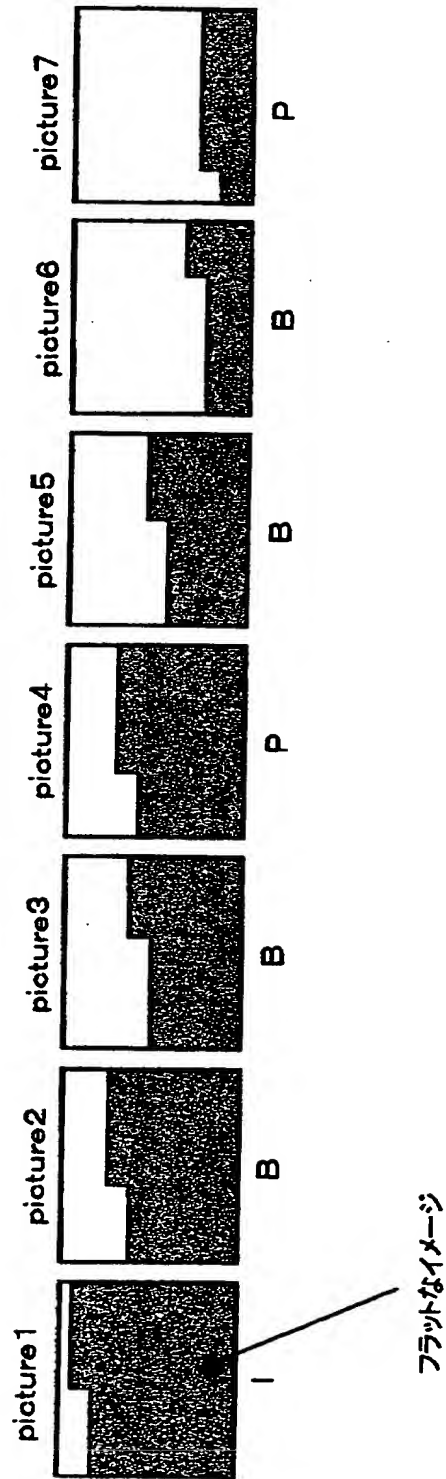
【図 2】



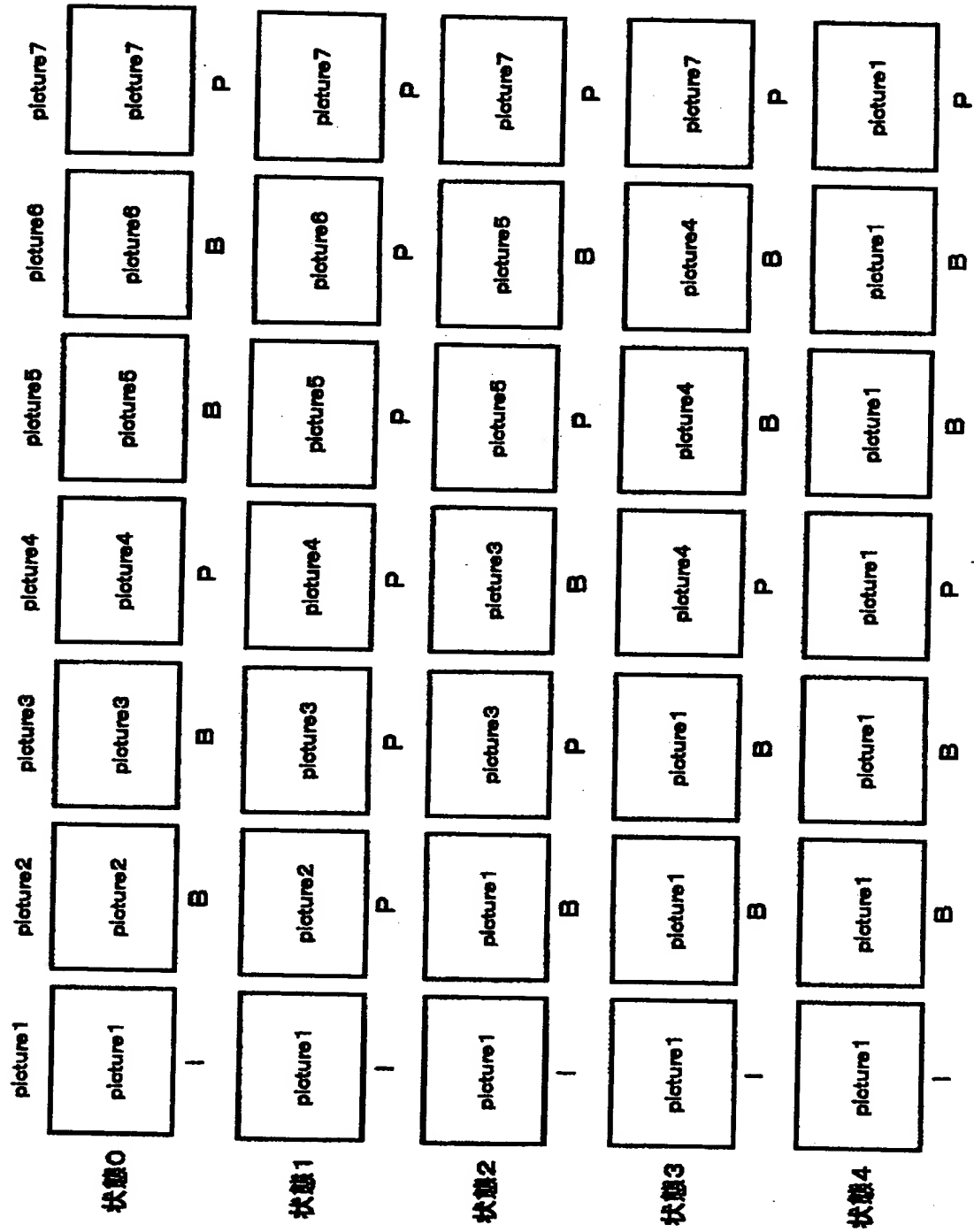
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 業界標準となっている高ビットレートを前提とした画像圧縮規格を使用しながら、できる限り画質を保ちつつ低ビットレートを実現する。

【解決手段】 Bピクチャによって効率の良い圧縮が行えるのは、前後のPピクチャの画質がある程度保たれているときだけである。ビットレートが極端に低く、Pピクチャの画質が悪いときには、Bピクチャで効果的な圧縮を行えずPピクチャの画質が悪化するという悪循環に陥る。状態0においてBピクチャの平均量子化スケールが最大値に達したとき、Bピクチャの圧縮効率が下がったことを意味するので、状態1に遷移し、 $M=1$ としてBピクチャを使用しない符号化を行う。 $M=1$ ではPピクチャ間が1フレームなので、Pピクチャだけで考えれば $M=3$ の場合よりも予測効率が高くなる。状態2、状態3、状態4へと遷移すると、強制スキップされるピクチャが順次増加して、発生情報量をさらに抑える。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	平成 11 年 特許願 第 110962 号
受付番号	59900371910
書類名	特許願
担当官	鈴木 ふさゑ 1608
作成日	平成 11 年 4 月 23 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】

000002185

【住所又は居所】

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 35 号

【氏名又は名称】

ソニー株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】

100101801

【住所又は居所】

東京都中央区新富 1-1-7 銀座ティーケイビル 7 階

【氏名又は名称】

山田 英治

【代理人】

【識別番号】

100093241

【住所又は居所】

東京都中央区新富 1-1-7 銀座ティーケイビル 7 階 澤田・宮田・山田特許事務所

【氏名又は名称】

宮田 正昭

【代理人】

【識別番号】

100086531

【住所又は居所】

東京都中央区新富 1-1-7 銀座ティーケイビル 7 階 澤田・宮田・山田特許事務所

【氏名又は名称】

澤田 俊夫

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日	1990年 8月30日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名	ソニー株式会社

THIS PAGE BLANK (USPTO)